

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

SILVIA HALMENSCHLAGER DELVAN

**MELHORIA DA QUALIDADE NO FORNECEDOR COM USO DA
METODOLOGIA FIREWALL EM PROCESSOS DE INSPEÇÃO DE
FORNECEDORES: UM ESTUDO MULTICASO**

CURITIBA
2015

SILVIA HALMENSCHLAGER DELVAN

**MELHORIA DA QUALIDADE NO FORNECEDOR COM USO DA
METODOLOGIA FIREWALL EM PROCESSOS DE INSPEÇÃO DE
FORNECEDORES: UM ESTUDO MULTICASO**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Engenharia de produção, turma 2014 da, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do grau de Especialista em Engenharia de Produção.

Orientador: Doutor Professor Robson Seleme.

CURITIBA
2015

Melhoria da qualidade no fornecimento com uso da metodologia firewall em processos de inspeção de fornecedores: um estudo multicaso

Silvia Halmenschlager Delvan - (UFPR) - silviadelvan@gmail.com
Robson Seleme (UFPR) - robsonseleme@ufpr.br
Alessandra de Paula (UNINTER) – alessandra.p@uninter.com

Resumo:

Devido às grandes exigências dos consumidores do mercado automotivo, processos de inspeção são necessários a fim de assegurar a qualidade dos produtos em todas as suas fases, desde o fornecimento da matéria-prima até a sua entrega final. Este artigo apresenta os resultados obtidos através da aplicação da metodologia Firewall de inspeção 200% no fim da linha de produção de fornecedores da indústria automotiva, o qual se baseia na criação de uma sistemática de inspeção de qualidade que visa o treinamento operacional, a determinação de layout adequado para as inspeções, critérios claros de inspeção, instruções de trabalho adequadas e retroalimentação das informações à produção, evitando reincidências. Além da revisão bibliográfica realizada, o estudo compreende a realização da aplicação de um estudo multicaso. Após a realização da metodologia em três fornecedores, foi possível observar o aumento nos níveis de qualidade das peças recebidas, assim como a promoção da melhoria contínua nos processos dos fornecedores.

Palavras chaves: inspeção, indústria automotiva, qualidade, metodologia Firewall.

Abstract

Due to the demands required by customers of automotive companies, inspection processes are necessary in order to assure product quality in all phases, since the raw material supply until final product delivery. This article presents results obtained through the appliance of Firewall 200% inspection methodology in the end of a supplier production line of a carmaker industry, which is based in a quality inspection methodology development that aims the operational training, adequate layout determination for inspections, clear inspection criteria, work instructions and feedback to production line, avoiding reoccurrences. Besides the bibliographic revision, the study comprises the application of a multicase study. After implement this methodology in three suppliers, it was possible to perceive that the quality level of delivered parts increased, as well as continues improvement was promoted at supplier processes.

Key words: inspection, automotive industry, quality, Firewall methodology.

1. Introdução

A palavra inspeção deriva do latim *inspectionem*, que significa “examinar cuidadosamente ou olhar algo de perto”. De fato, inspecionar significa mais que somente examinar algo; significa olhar de perto com precisão, examinando criteriosamente algo com base em padrões pré-definidos (DRURY & PRABHU, 1992). Processos de inspeção requerem uma grande quantidade de processamento mental, concentração e transmissão de informações, com um uso extensivo tanto do sistema de memória de curto-prazo, quanto de longo-prazo (GALLWEY, 1982).

Devido às mudanças nas demandas dos clientes, assim como nos altos níveis de qualidade exigidos pela indústria, a inspeção de qualidade de produtos requer um alto índice de flexibilidade por parte dos operadores. Uma maneira de simplificar e aumentar a assertividade das inspeções seria a automação desta atividade, porém esta é uma atividade muito difícil de ser automatizada, uma vez que se baseia na avaliação humana e em número muito grande de critérios. A literatura mostra que a efetividade de uma inspeção gira em torno de 80% (JURAN & GRYNA, 1988), ou seja, em 20% dos casos o operador toma uma decisão diferente de seu supervisor (mesmo utilizando os mesmos padrões de aceitação). Isso ocorre por uma grande quantidade de fatores, tanto com relação a níveis de experiência, treinamento, stress, entre outros (SANNEN & VAN BRUSSEL, 2009).

Este artigo propõe a aplicação de uma metodologia chamada Firewall, desenvolvida no Japão, a fim de diminuir as falhas detectadas em sua planta produtiva, por meio da implementação de um sistema de inspeção em seus fornecedores. O método se baseia no desenvolvimento de um plano de inspeção (de certa forma 200%, uma vez que no fim de uma linha de montagem em geral há um processo de inspeção final), determinando um layout adequado para a atividade, treinamentos, instruções de trabalho adequadas, critérios de aceitação objetivos, e aplicando um processo de reuniões diárias para determinação das causas raiz dos problemas encontrados no Firewall e a retroalimentação do sistema, evitando reincidências.

2. Indústria automotiva e a padronização de atividades

Nos tempos atuais, a indústria automotiva movimenta cerca de US\$ 2,5 trilhões por ano, possuindo, portanto, uma enorme relevância na economia mundial. Devido a isso, atribui-se a esse tipo de indústria 10% do PIB dos países desenvolvidos (CASOTTI & GOLDENSTEIN, 2008).

O setor automobilístico é oligopolizado, possuindo elevadas barreiras à entrada de novos concorrentes. Em nível internacional, pode-se dizer que seis empresas responderam por 75% da produção de veículos em 2005 (CASOTTI & GOLDENSTEIN, 2008). A partir dos anos 2000, porém, foi notada uma importante mudança nos padrões de concorrência devido à entrada de empresas coreanas e japonesas no seguimento.

Devido à sua importância na economia, este tipo de indústria tornou-se uma precursora no desenvolvimento de novas tecnologias, assim como em novos modelos de gestão fabril (CASOTTI & GOLDENSTEIN, 2008). Normas técnicas foram criadas de forma a padronizar o sistema de gestão das empresas do ramo. Durante alguns anos a certificação de uma empresa pela norma ISO série 9000 foi considerada primordial para dos males relacionados à qualidade dos produtos comercializados. Porém, a visão das montadoras era diferente, consideravam que o sistema da qualidade com base na ISO 9000 apenas padronizava conceitos e documentação, porém os requisitos relacionados à qualidade do produto e do processo não eram totalmente garantidos (HARO, 2001).

Devido a isso, a ISO/TS 16949 foi criada pelas montadoras unindo critérios comuns, de maneira a integrar o sistema de gestão. Com isso, a proposta foi criada de modo a prevenir que os erros ocorram, ao invés de corrigir os problemas depois de acontecidos, assim como promover a melhoria contínua em produtos e serviços, e a satisfação de clientes.

Mesmo as certificações sendo praticamente obrigatórias para o fornecimento para as grandes montadoras (as quais promovem a diminuição de defeitos e aumento da qualidade), os recalls vêm crescendo mundialmente nos últimos anos. A fim de mitigar essas ocorrências, a indústria vem intensificando os processos de inspeção de produtos, tornando a inspeção uma etapa de importância cada vez maior no processo de produção (OKIMOTO, 2000).

2.1 Fatores de impacto em inspeção visual

Para muitas indústrias, a inspeção visual é considerada o mais importante controle de qualidade de um componente. A inspeção se baseia, basicamente, em verificar se um produto está livre de defeitos antes de ser distribuído para uso (SEE, 2012).

Swain e Guttman (1983), após reunir e analisar vinte anos de literatura sobre este tema, estimou que a mínima taxa de erro em inspeções visuais é na ordem de 10^{-3} . Este erro é estimado para tarefas relativamente simples, enquanto que, para as mais complexas, o erro excede o valor de 1 para cada 1000 peças/características. Estes seriam números bases, não levando em consideração fatores externos, como ambiente de trabalho, capacidade individual de concentração, etc. Devido a isso, a indústrias têm procurado automatizar o processo de inspeção, de modo a diminuir o número de não conformidades liberadas. Para alguns casos, a automatização do processo é a solução, porém para outros não é aplicável, tanto por questões técnicas quando para aqueles que envolvem processos decisórios (DRURY et. al., 1986).

A inspeção 100%, em boa parte das vezes, é implementada pela indústria para eliminar os problemas correntes e evitar mais reclamações. Porém, estudos conduzidos por Drury, Karwan, e Vanderwarker (1986) demonstram que, mesmo sob inspeção 100%, nem todos os defeitos serão detectados. Examinando os erros encontrados durante esta tarefa, estudos demonstraram que em sua maioria ocorrem por omissão (defeitos não são detectados), superando os erros comissivos (falsos alarmes) (WIENER, 1984).

Os erros por omissão tendem a ocorrer por diversos fatores, e podem ser oriundos principalmente da tarefa, do ambiental e individual, da questão organizacional, de fatores sociais e, principalmente, pela mistura de múltiplos fatores (SEE, 2012). Por exemplo, fatores relacionados à tarefa podem estar ligados ao pouco tempo que o operador possui para finalizar a inspeção, não observando com atenção cada um dos pontos que devem ser inspecionados; assim como erros causados por fatores sociais, podem estar ligados à pressão da empresa para que se reduza o número de produtos liberados com não conformidades. Os elementos estão listados na tabela 1.

Tarefa	Ambiente	Organizacional	Individual	Social
Taxa de defeito Tipo de defeito Saliência do defeito Localização defeito Complexidade Padrões Múltiplas inspeções Automação	Iluminação Ruído Temperatura Duração do turno Período do dia	Suporte da gerência Treinamento Retreinamento Instruções Incentivo	Gênero Idade Acuidade Visual Inteligência Aptidão Personalidade Tempo em trabalho Experiência	Pressão Isolamento Comunicação

Fonte - See (2012)

Tabela 1 - Fatores que impactam nos resultados de uma inspeção

Devido ao exposto, foram elaboradas pela indústria automotiva diversas sistemáticas para melhorar o desempenho das inspeções visuais, de modo a focar na padronização de fatores que minimizem os impactos causados pelas variáveis que cercam a inspeção. Uma sistemática, denominada de Firewall, visa focar em treinamento, procedimentos de inspeção e um layout adequado para evitar a liberação de produtos não conformes.

3. Metodologia Firewall

A metodologia aplicada para atingir os objetivos pretendidos foi a metodologia de Firewall. Para desenvolvimento deste estudo, dividiu-se a metodologia em várias etapas, compreendida dentro de três fases: Preparação, Implementação e Término.

A. Preparação

- Plano de Firewall: estabelecimento de um cronograma de implementação da ferramenta, considerando todas as etapas do processo, desde a organização do layout, treinamento operacional, etc.
- Determinação dos itens a serem inspecionados: nesta etapa são elaboradas as instruções de trabalho, os exemplos de defeitos, e todo o material visual de apoio do operador, com base nos defeitos já detectados em clientes e defeitos potenciais.
- Preparação do ambiente e das ferramentas necessárias para realização da inspeção: nesta etapa, o layout será adequado para um bom fluxo de

materiais, a luminosidade será ajustada, caixas vermelhas e etiquetas são disponibilizadas, assim como os instrumentos necessários para a realização da inspeção serão determinados (paquímetros, micrômetros...)

- d. Treinamento operacional: os operadores deverão ser treinados de acordo com o produto o qual irão inspecionar. Nesta etapa, os treinamentos são passados aos operadores e testes são aplicados (sempre com critérios objetivos).
- e. Preparação para reunião diária de qualidade de Firewall: deve ser estabelecida uma reunião diária para tratar dos problemas de qualidade encontrados no Firewall, assim como encontrar a causa raiz dos problemas e retroalimentar o sistema, de modo a diminuir o número de peças não conformes encontradas no Firewall.
- f. Determinação de critérios para término do Firewall: uma vez que o Firewall é uma medida temporária para diminuição dos índices de não conformidades encontradas em clientes, assim como retroalimentação do sistema de modo a eliminar as causas raízes dos problemas na produção, critérios para término do Firewall devem ser definidos e acordados com o cliente.

B. Implementação

- a. Realização da reunião diária de qualidade de Firewall: Nesta etapa, os modos de falhas encontrados na inspeção serão discutidos, assim como responsáveis para tratar de cada assunto serão definidos. Nas reuniões posteriores, o andamento das ações será avaliado e novos problemas serão discutidos.
- b. Implementação de medidas para eliminar as causas raízes de problemas: nesta etapa, será feita a análise de causa raiz dos problemas encontrados, assim como a implementação de ações corretivas permanentes para eliminar as causas de não conformidades do processo. As ações e soluções devem ser discutidas e retroalimentadas nas reuniões diárias de qualidade de Firewall.

- c. Feedback ao processo de inspeção: após informações coletadas nas reuniões diárias de qualidade de Firewall, o processo de inspeção deve ser retroalimentado. Nesta etapa são revistos os métodos de inspeção, novos treinamentos são realizados, e a documentação é atualizada.

C. Término

- a. Reunião de encerramento: após atingimento das metas definidas (via item A.f), uma reunião com o cliente deve ser feita para decidir pela retirada, ou não, do Firewall do processo.

Aplicando-se as fases mencionadas, tem-se um caminho lógico e organizado de aplicação do Firewall, evitando falta de informação e recursos no planejamento, contratempos na implementação, e principalmente falta de critérios objetivos para término da atividade.

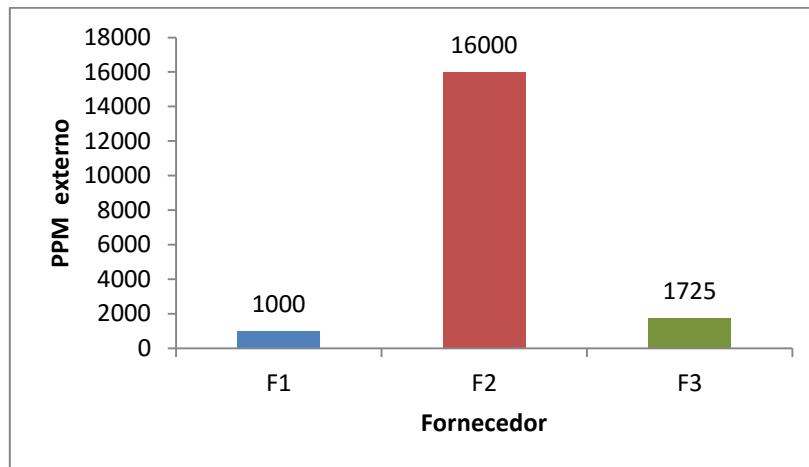
4. Desenvolvimento

Apresentamos neste tópico as definições utilizadas, os procedimentos utilizados, as condições de contorno para a aplicação da metodologia e, os resultados alcançados apresentados por meio gráfico.

4.1 Definição do grupo de aplicação da metodologia

Devido a problemas de qualidade na planta da montadora, a metodologia de Firewall foi aplicada em três fornecedores diferentes, que chamamos de F1, F2 e F3.

Os fornecedores em questão apresentavam altos índices de PPM junto à montadora (PPM = partes por milhão = peças rejeitadas*1000000/ peças entregues). Considerando uma meta de 100 PPM estipulado pelo cliente, os resultados no mês de julho de 2014 foram altos, como mostra o gráfico 1 abaixo.



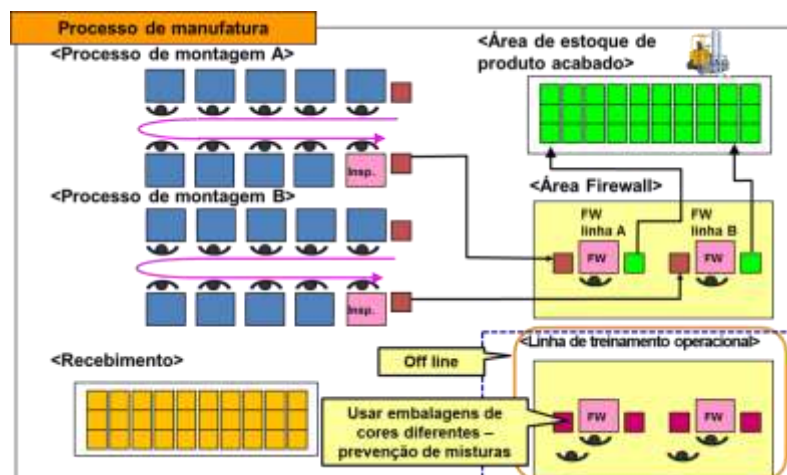
Fonte: Compilado pelo autor

Gráfico 1. Acompanhamento de ocorrências externas (PPM)

Uma vez detectado que os fornecedores F1, F2 e F3 possuíam valores de PPM mais de dez vezes superior à meta estabelecida pelo cliente, chegando a cento e sessenta vezes, estes fornecedores foram selecionados para aplicação da metodologia.

4.2 Aplicação da metodologia

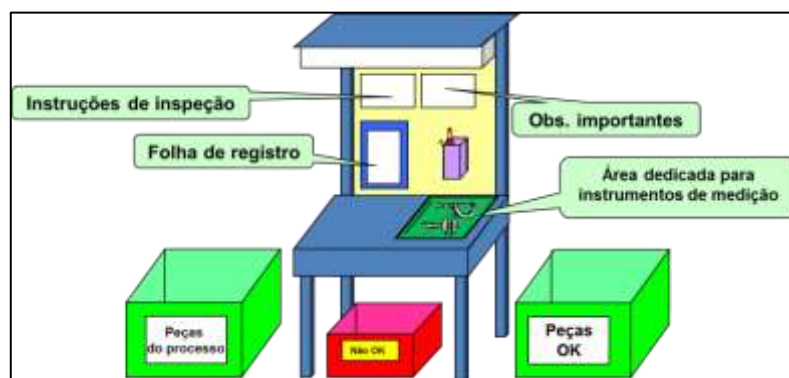
Para aplicação da metodologia foi definido um cronograma de implementação e as características a serem inspecionadas. O layout do ambiente da inspeção também foi determinado nesta fase, considerando além do layout da área da inspeção, uma área fora da linha para treinamento.



Fonte: Adaptado pelo Autor

Figura 1. Layout firewall

O ponto importante a ser observado na área de inspeção é o fluxo de peças, que deve chegar à área por um lado e sair pelo outro, evitando assim misturas e acelerando o processo. Outros pontos importantes são as disposições das instruções de trabalho, instrumentos e informativos, assim como luminosidade (requisito mínimo 800 lux).



Fonte: Adaptado pelo Autor

Figura 2. Layout área de trabalho

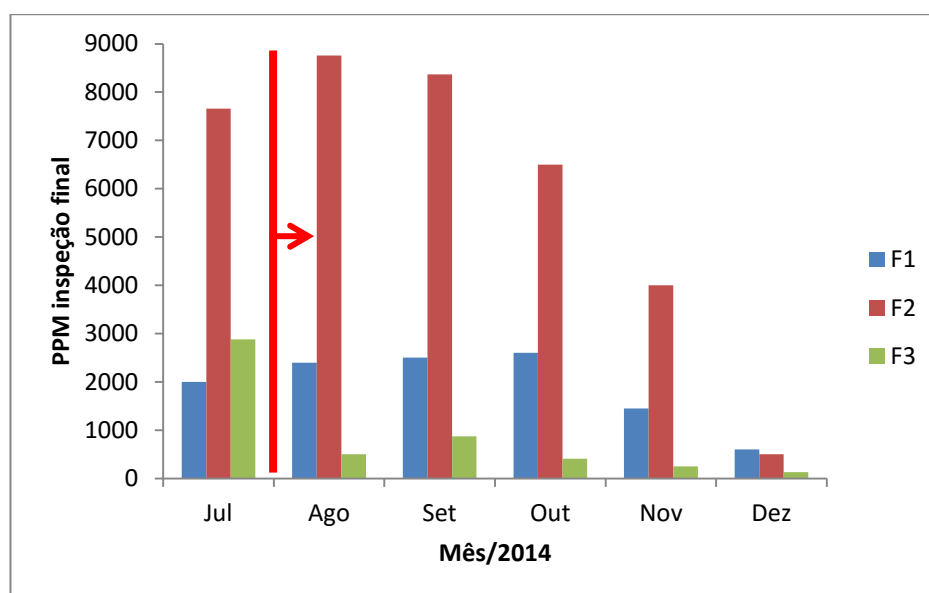
A área para realização da inspeção deve ser adequada e apresentar um fluxo lógico, como mostrado na Figura 2. As peças provenientes do processo devem ficar em um lado da bancada, e o cesto de peças aprovadas do outro lado, separando-as, portanto, de eventuais misturas. Outro ponto importante é a disposição dos instrumentos de medição e das instruções de trabalho na estação de inspeção. As instruções devem ser objetivas, claras, e as mais lúdicas possíveis, de maneira a facilitar o entendimento por parte do operador. Os instrumentos de medição, por sua vez, devem estar posicionados em um local que evite queda ou que comprometa a sua integridade ou que comprometa sua calibração.

Os operadores foram treinados com base em instruções de trabalho. As instruções foram elaboradas de forma clara, objetiva, mencionando os principais itens do plano de controle do componente, assim como apresentando fotos. Além disso, padrões de peças OK e NOK foram criados, de modo a facilitar a identificação das características e eliminar dúvidas dos operadores.

Ao se detectar falhas no Firewall, as peças não conformes foram levadas à reunião de qualidade diária, e responsáveis foram designados para a solução de cada problema e determinação da causa raiz. Após determinação das causas das falhas, as informações foram retroalimentadas no processo.

4.3 Resultados alcançados

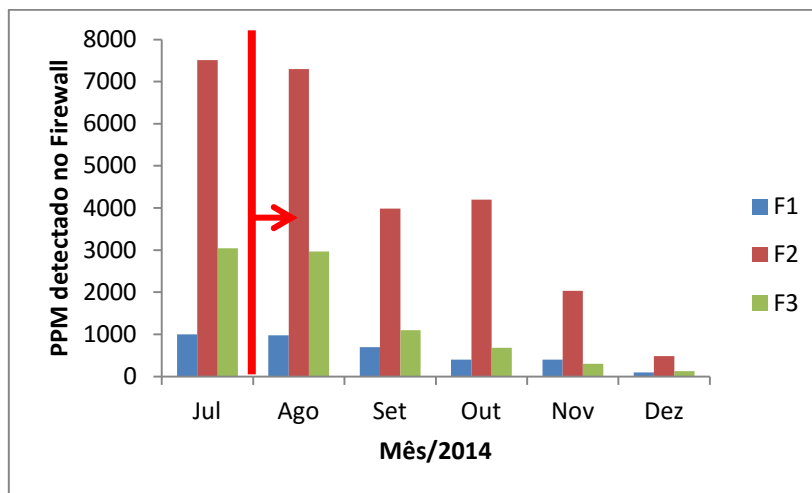
Após um mês de implantação do Firewall, foi possível observar um aumento no número de detecções de falhas na inspeção do fim da linha do processo (antes do Firewall), devido à retroalimentação dos modos de falha detectados no Firewall. Desta forma, os operadores da inspeção 100% (fim da linha, antes do Firewall) já estavam informados sobre as possíveis falhas e as detectavam com mais facilidade que anteriormente.



Fonte: Compilado pelo autor

Gráfico 2. Falhas detectadas na inspeção final após implementação do Firewall (PPM)

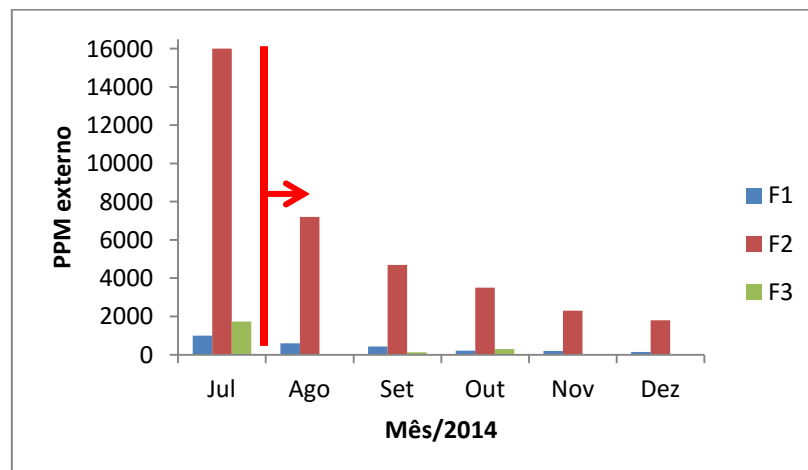
Aproximadamente dois meses depois da implementação (mês de implementação: julho, indicado pela seta vermelha), foi possível observar a diminuição das falhas detectadas na inspeção de fim de processo, devido à determinação das causas raiz e ações corretivas tomadas no processo.



Fonte: Compilado pelo autor

Gráfico 3. Falhas detectadas no Firewall após implementação do mesmo (PPM)

Uma vez muitas falhas começaram então a ser detectadas na inspeção final do processo (100%), o número de peças falhadas que passaram por essa inspeção diminuiu significativamente, o que acarretou em um número de falhas detectados na estação de Firewall (200%) inferior aos resultados obtidos nos meses anteriores. No Gráfico 3 é possível perceber que, após a implementação do Firewall (mês de julho, demonstrado pela seta vermelha), as falhas detectadas nesta inspeção 200% diminuiu significativamente, o que demonstra uma correta retroalimentação do sistema, promovendo menos peças não conformes, mais detecção na inspeção 100%, e menos reincidências.



Fonte: Compilado pelo autor

Gráfico 4. Falhas detectadas no cliente antes e depois da implementação do Firewall (PPM)

Uma vez que as falhas no processo começaram a diminuir, a precisão na detecção de problemas aumentou na inspeção 100%, e consequentemente menos problemas foram detectados na inspeção 200% (Firewall). Com isso, houve uma significativa diminuição dos problemas detectados no cliente, como mostra o Gráfico 4.

Fornecedor	Antes do Firewall	Após Firewall				
	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
F1	1000	590	420	210	190	150
F2	16000	7200	4700	3500	2300	1800
F3	1725	20	120	295	0	15

Fonte: Compilado pelo autor

Tabela 1. Falhas detectadas no cliente antes e depois da implementação do Firewall (PPM)

O critério estipulado para o fim do Firewall foi considerar três meses de entregas de zero peças não conformes. Como isso não havia ocorrido até o fim do monitoramento (dezembro de 2014), o Firewall se manteve por mais meses.

5. Conclusão

O método de Firewall aplicado para diminuição de falhas detectadas em cliente fundamentou o estudo da competência nas tarefas de inspeção a partir de três pontos principais: layout adequado, instruções de trabalho claras e treinamento. Considerando no estudo que a capacidade de inspeção varia de indivíduo para indivíduo e, considerando os pontos já apresentados no subitem 2.1 é possível a aplicação de uma metodologia estruturada para a inspeção. Porém, se aplicada uma metodologia robusta o suficiente para realização da tarefa, de modo a dar todo o suporte necessário ao operador (tanto em infraestrutura como em treinamento), a inspeção torna-se mais eficaz e diminui consideravelmente os índices de falhas detectados no cliente.

Após aplicação da metodologia, foi possível verificar a diminuição considerável dos problemas detectados na montadora de acordo com os resultados apresentados na tabela XX, assim como foi percebida também a melhora dos processos internos dos

fornecedores, uma vez que os problemas foram detectados, resolvidos, e as ações corretivas foram retroalimentadas no sistema. Desta forma, tem-se um processo de melhoria contínua no fornecedor, demonstrando assim a eficácia do método.

Referências

- CASOTTI, B.P., GOLDENSTEIN, M.** *Panorama do Setor Automotivo: As Mudanças Estruturais da Indústria e as Perspectivas para o Brasil*. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 28, p. 147-187, set. 2008.
- DRURY, C.G., & PRABHU, P.V.** *Human factors in test and inspection*. In G. Salvendy & W. Karwowski (Eds.), *Handbook of Human Factors in Advanced Manufacturing*. New York, 1992.
- DRURY, C.G., KARWAN, M.H., & VANDERWARKER, D.R.** *The two-inspector problem*. IIE Transactions, 18, 174-181. 1986.
- GALLWEY, T.J.** *Selection tests for visual inspection on a multiple fault type task*. Ergonomics, 25, 1077-1092. 1982.
- HARO, DANIEL GARCIA.** *Sistemas da qualidade na indústria automobilística: uma proposta de auto-avaliação unificada*. Dissertação de mestrado. Porto Alegre: UFRGS, 2001.
- JURAN, J., GRZYNA, F.** *Juran's Quality Control Handbook*, 4th edn. McGraw-Hill, New York, 1988.
- OKIMOTO, M.L.L.R.** *Estudo Ergonômico das tarefas visuais aplicado à inspeção de produtos industriais*. Florianópolis: UFSC, 2000.
- SANNEN, D., VAN BRUSSEL, H.** *Active Grading Ensembles for Learning Visual Quality Control from Multiple Humans*. Belgium: Katholieke Universiteit Leuven, 2009.
- SEE, J.E.** *Visual Inspection: A Review of the Literature*. EUA, 2012.
- SWAIN, A.D., & GUTTMANN, H.E.** *Handbook of Human Reliability Analysis with Emphasis on Nuclear Power Plant Application*. Technical Report NUREG/CR-1278-F SAND-0200. Albuquerque, NM: Sandia Corporation. 1983.
- WIENER, E.I.** *Vigilance and inspection*. In J.S. Warm (Ed.), *Sustained Attention in Human Performance* (pp. 207-246). Chichester: Wiley. 1984.